

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Návrh montážního postupu ocelové konstrukce

Assembly Process Proposal of Iron Construcion

Student:

Bc. Miroslav Čecháček

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

Ostrava 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Miroslav Čecháček

Studijní program:

N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor:

2303T002 Strojírenská technologie

Téma:

Návrh montážního postupu ocelové konstrukce
Assembly Process Proposal of Iron Construction

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky.
2. Typy a druhy montáží.
3. Návrh postupu montáže vybrané konstrukce.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

PETRŮ, Jana; ČEP, Robert. *Základy montáže*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2011, 122 s. ISBN 978-80-248-2773-5. Dostupné na http://projekty.fs.vsb.cz/ucebniopory/Zaklady_montaze.pdf.
BRYCHTA, Josef; CZÁN, Andrej; ČEP, Robert; KRATOCHVÍL, Jiří; PETRŮ, Jana; SADÍLEK, Marek; STANČEKOVÁ, Dana; ZLÁMAL, Tomáš. *Progresivní technologie v obrábění a NC programování obráběcích strojů..* Ostrava : Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2011, 170 s. ISBN 978-80-248-3522-8. Dostupné na <http://projekty.fs.vsb.cz/064/docs/obrabeni.pdf>.
DUŠÁK, K. *Technologie montáže, základy*. 1. vydání. Liberec : Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, 2005. 116 s. ISBN 80-7083-906-6.
HOFMANN, P. *Technologie montáže*. 1. vydání Plzeň : Západočeská univerzita, 1997. 90 s. ISBN 80-7082-382-8.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018


doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne : 21. 5. 2018


.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užit tuto závěrečnou bakalářskou*) práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užit dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užit toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy
- beru na vědomí, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne *21.5.2018*


.....
Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Miroslav Čecháček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Tomíkovice 304, Žulová

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ČECHAČEK, M. *Návrh montážního postupu ocelové konstrukce*: diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie , 2018, 55 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá reálným návrhem montáže ocelové konstrukce. V úvodu jsou popsány typy a druhy montáží. Na základě porovnání jednotlivých druhů je navržena montáž ocelové konstrukce. Řešení konstrukce vychází z teoretických vědomostí včetně evropských norem. Při řešení se konstruktér setkává s mnoha problémy, které musí vyřešit. Nejčastěji se vyskytují v přípojích, které musí být navrhnuty tak, aby se dali co nejjednodušeji namontovat. Závěr práce je věnován technicko-ekonomickému hodnocení, kde jsou uvedeny náklady na montáž ocelové konstrukce ještě před zahájením montáže. Součástí práce je výkresová dokumentace vytvořená pomocí softwaru Autocad Advance steel od firmy Autodesk, která bude sloužit k budoucím úpravám ocelové konstrukce linky.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

ČECHAČEK, M. *Assembly Process Proposal of Iron Construcion*: Master Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2018, 55 p. Thesis head: doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

The diploma thesis deals with real design of the steel structure. In the introduction are described types of assembly. Based on the comparison of individual types, a steel structure is designed. Design solutions are based on theoretical knowledge, including European standards. In solving, the designer encounters many problems he has to solve. They are most commonly found in attachments which must be designed to be mounted as simply as possible. The conclusion of the thesis is devoted to the technical-economic evaluation, which shows the costs of installing the steel structure before the installation. Part of the work is drawing documentation created with the Autocad Advance Steel software from Autodesk, which will be used for future modifications of the steel structure of the line

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto doc. Ing. Robertu Čepovi, Ph.D. za cenné připomínky, vedení a rady při vypracování diplomové práce. Velké díky patří také firmě Domist, spol. s.r.o., která mě poskytla možnost podílet se na projektu a také své rodině a přátelům, kteří mne při psaní podporovali.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZNAČEK

Symbol	Popis
OK	ocelová konstrukce
T_m	montážní takt
F_{SK}	skutečný hodinový fond montáže [h]
N	roční produkce výrobků v kusech [Ks]
3D	trojrozměrné zobrazení
MD	montážní dokumentace
RAL	standard pro stupnici barevných odstínů
spol. s.r.o.	společnost s ručením omezeným
tj.	to je
atd.	a tak dále
tzv.	tak zvaně
apod.	a podobně
např.	například

OBSAH

1. Úvod.....	10
2. Typy a druhy montáže	11
2.1 Montáž	11
2.1 Členění montážního procesu	11
2.2 Pracovní činnosti při montáži	13
2.3 Druhy montáže.....	13
2.3.1 Podle místa provádění montáže	13
2.3.2 Podle pohybu montovaného výrobku	14
2.3.3 Podle kumulace montážních činností	18
2.3.4 Podle stupně mechanizace a automatizace	19
2.3.5 Podle pružnosti změny montážního programu	19
2.4 Metody montáže.....	19
2.4.1 Metoda úplné vyměnitelnosti součástí	20
2.4.2 Metoda částečné vyměnitelnosti součástí	20
2.4.3 Metoda výběrová	21
2.4.4 Metoda lícování	21
2.4.5 Metoda kompenzační	22
2.4.6 Metoda regulační	22
2.5 Činitele ovlivňující montáž.....	22
2.6 Rozměrové řetězce	24
2.7 Technologičnost konstrukce z hlediska montáže	26
2.8 Přesnost výroby a její vliv na náklady montáže	28
2.9 Třídění spotřeby času	29
3. Návrh postupu montáže vybrané konstrukce	31
3.1 Představení společnosti DOMIST, spol. s.r.o.....	31
3.2 Popis ocelové konstrukce	32
3.3 Kvalitativní požadavky smontované konstrukce	34
3.4 Přejímka staveniště	36
3.1 Technologický montážní postup.....	37
3.1.1 Návrh montáže ocelové konstrukce.....	38
3.1.2 Předání stavby.....	44
3.1.3 Bezpečnostní opatření práce.....	44
3.1.4 Harmonogram montážních prací	46
3.1.5 Mechanismy pro montážní práce.....	46
4. Technicko – ekonomické zhodnocení	49
4.1 Ekonomické zhodnocení	50
5. Závěr	52

6. Literatura	53
7. Seznam příloh	55

1. ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá reálným projektem zadáný zákazníkem ve firmě Domist, spol. s.r.o. se sídlem v Jeseníku. Cílem je navrhnout montážní postup vyrobené ocelové konstrukce. Jméno finského zákazníka ocelové konstrukce nebude vzhledem k interním předpisům firmy veřejně publikováno.

Podmětem k sepsání diplomové práce je fakt, že jsem se věnoval od začátku této zakázky. Nejprve jsem se zabýval návrhem 3D modelu ocelové konstrukce. Po vyjasnění všech připomínek a odsouhlasení zákazníkem byla vytvořena výrobní dokumentace. Nakonec byly zkresleny montážní výkresy, které obsahují všechny nutné montážní detaily.

Teoretická část práce je věnována oblasti montážních prací, základním používaným pojmům podle různých hledisek.

Cílem praktické části diplomové práce je navrhnout technologický montážní postup, který bude použit firmou Domist, spol. s.r.o. při reálné montáži ocelové konstrukce. Hlavním cílovým požadavkem firmy je snížení nákladů na montáž, která proběhne v zahraničí. Při montáži ocelové konstrukce musí být dodrženy požadavky a parametry zadané zákazníkem.

3D model a montážní výkresy jsou vytvořeny za pomoci softwaru Autocad Advance steel od firmy Autodesk. Výkresová dokumentace bude předána zákazníkovi při předání stavby a bude sloužit k budoucím úpravám.

Konec praktické části se zaměřuje na zhodnocení technicko-ekonomické stránky montážního návrhu ocelové konstrukce.

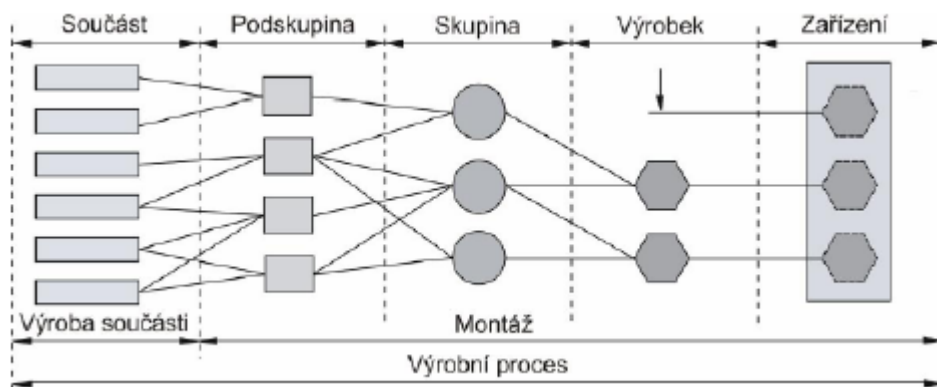
2. TYPY A DRUHY MONTÁŽE

2.1 Montáž

Montáž je neméně důležitou operací při sestavení stoje, obráběcích linek. Zahrnuje skládání jednotlivých součástí do skupin, podskupin. Pro spojování součástí se používají různé technologie, které zajišťují přímé spojení součástek bez přídavných prvků či materiál. Montáž má velký vliv na kvalitu, jakost konečného výrobků. Při špatné montáži docílíme výrobku, který nesplňuje požadavky jako je například kolmost hran, rovnoběžnost ploch, vodorovnost ploch. Montáž ve strojírenství je nedílnou součástí výrobního závodu, až 50% pracovníku je právě zaměstnáváno v montáži. V dnešní době se ale čím dál více snaží firmy snížit procento pracovní síly a nahrazují je vyšším stupněm mechanizace a automatizace montážního procesu. [1]

2.1 Členění montážního procesu

Z hlediska montáže se každý složitější strojírenský výrobek člení do tzv. montážních prvků, to jsou skupiny a části strojů, které mohou být montovány odděleně a nezávisle na ostatních částech výrobků. Členění výrobků na menší celky je obvykle ve shodě s jeho konstrukční dokumentací. Obrázek 1 znázorňuje základní členění výrobku z hlediska jednotlivých fází výrobního procesu. Schéma vyjadřuje rozdělení montáže zařízení na základní montážní prvky. [3]



Obr. 1 Montážní proces [3]

Montážní proces se rozděluje:

Součást – je nerozebíratelný prvek (prvotní článek montáže), část výrobku, která je obvykle vyrobena z jednoho kusu materiálu. [3]

Podskupina – představuje jednotku vzniklou spojením dvou či více součástí, přičemž nezáleží na způsobu spojení; podskupiny mohou být vícero řádů, například podskupiny I. řádu jsou přímo montované do skupin, podskupiny II. řádu jsou montované do podskupin I. řádu apod. [3]

Skupina – nejvyšší montážní prvek, vzniká spojením jedné nebo několika podskupin a dalších součástí. [3]

Výrobek – většinou je to konečný hmotný produkt montáže určený pro trh, který je funkčně a konstrukčně uzavřený, vytvořený ze součástí, podskupin a skupin, spojených rozebíratelným či nerozebíratelným způsobem. [3]

Zařízení – tvoří soubor strojírenských výrobků, které mají plnit dané provozní a technologické úkoly. [3]

2.2 Pracovní činnosti při montáži

Při montáži se především provádí postupné skládání a spojování jednotlivých součástí a montážních celků v konečný výrobek. [2]

V montážním procesu se však nevykonává jen skládání popř. spojování, ale i činnosti, které bezprostředně souvisí s montáží a jenž by nebylo hospodárné vyčleňovat příliš daleko mimo proces montáže. Jsou to práce přípravné a především práce spojené s úpravou povrchu, tvaru a rozměru součásti (popř. montážních celků). Potřeba úpravy tvaru a rozměrů při montáži vznikla hlavně u méně přesných výrob nebo při špatné přípravě a organizaci výroby. [2]

Při montáži se musí také provádět práce kontrolní a práce spojené s manipulací dílců a montážních celků.

2.3 Druhy montáže

Montáž lze rozdělit podle následujících hledisek:

- místo provádění montáže
- pohyb montovaného výrobku během montáže
- kumulace montážních činností
- stupeň mechanizace a automatizace
- pružnost změny montážního programu [2]

2.3.1 Podle místa provádění montáže

- Externí montáž – se uskutečňuje mimo výrobní závody až u zákazníka a týká se především velkých výrobků a technologických celků ,jako jsou např. výrobní stroje a zařízení, stavební celky a konstrukce. [2]
- Interní montáž - se provádějí ve výrobním závodě a výrobek jej opouští obvykle ve stavu způsobilém k přímému použití

(např. automobily, různé spotřební zboží apod.). V případě rozměrných výrobků se však musí respektovat možnosti dopravy k zákazníkovi a nastávají dvě varianty konečné interní montáže: [2]

1. Proveďte se konečná montáž celého zařízení ve výrobním závodě za účelem odzkoušení jeho funkčnosti, přesnosti apod. Pak následuje demontáž pro dopravu a externí montáž u zákazníka, opět spojená s odzkoušením. [2]
2. Proveďte se konečná montáž pouze podskupin a konečná montáž celého výrobku spolu s jeho odzkoušením proběhne až u zákazníka.[2]

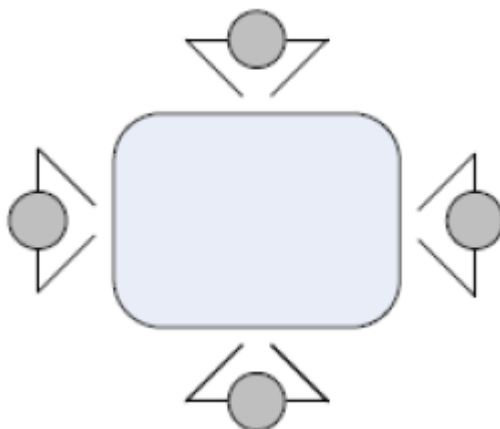
2.3.2 Podle pohybu montovaného výrobku

- Stacionární montáže (nepohyblivé)

Montovaný výrobek se nepohybuje, montážní pracovníci k němu přicházejí, součásti jsou podle požadavků montáže postupně přiváženy na montážní pracoviště.

Soustředěná montáž

Provádí se spojením jednotlivých částí na jednom stacionárním pracovišti a montáž vykonává jedna skupina pracovníků (Obr. 2). Využívá se při montáži těžkých či rozměrově složitých součástí, které jsou montovány podle rámcových montážních postupů bez podrobného časového rozboru činností. [4]

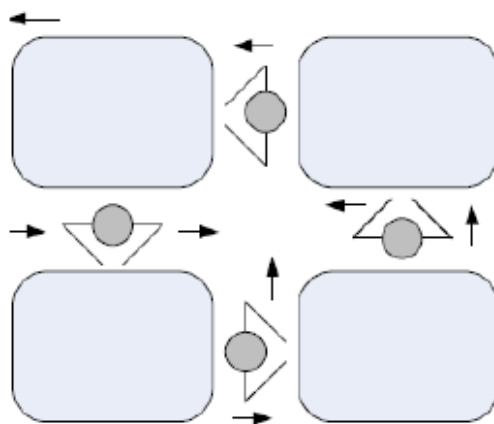


Obr. 2 Soustředěná montáž [4]

Mezi nevýhody soustředné montáže patří nepravidelný průběh montáže, klade si vysoké nároky na kvalifikaci pracovníků, dlouhá doba montáže, přibližně stanovené normy času. [4]

Rozčleněná montáž

Rozčleněná montáž postupuje podle principu dělení operací. Výrobek se montuje na několika stacionárních pracovištích současně (Obr. 3). Při montáži se výroba rozčleňuje na jednotlivé součásti, podsestavy a sestavy v souladu s montážním schématem a zohledněním objemu práce v dané montážní operaci. Časová norma je zpracována pro celé montážní celky. [4]

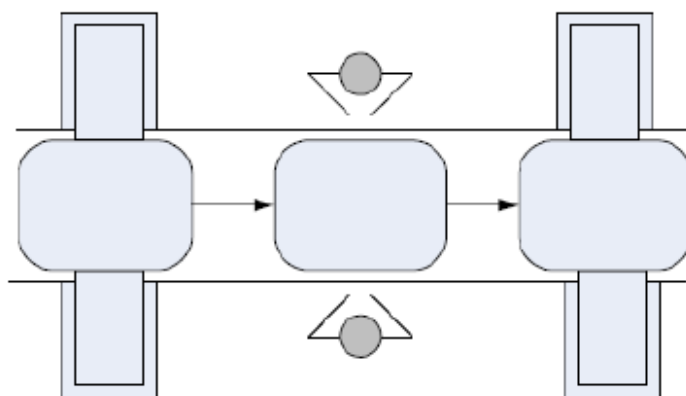


Obr. 3 Rozčleněná montáž [4]

Rozčleněná montáž se uplatňuje v malosériové výrobě. Výhodou této montáže je uskutečnění souběžné předmontáže jednotlivých celků. Celková montáž pak představuje spojení dílů, podsestav a sestav v hotový výrobek. [4]

Proudová montáž

Proudová montáž probíhá na stacionárních montážních pracovištích, kde skupiny pracovníků provádí určitou část montáže. Specializované skupiny pracovníků mají vymezen jen určitý rozsah prací a přecházejí z jednoho pracoviště na druhé. Montážní práce jsou rozděleny na operace nebo úkony. Tento typ montáže (Obr. 4) je právě díky pevnému synchronizovanému taktu dopravy součástí vhodný k automatizaci montážních procesů. [4]



Obr. 4 Proudová montáž [4]

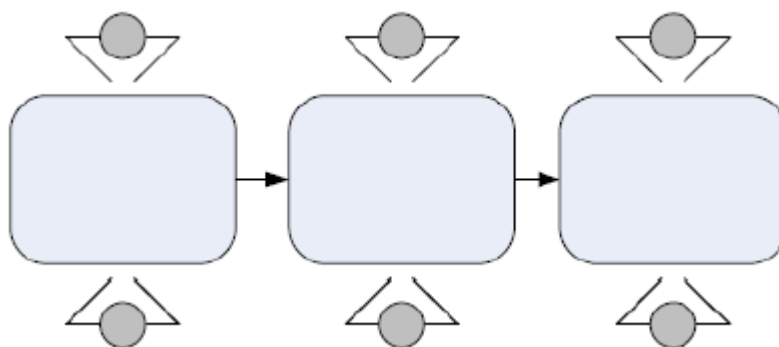
Výhodou je synchronizace jednotlivých pracovišť z hlediska objemu montážních činností. Proudová montáž se uplatňuje při hromadném typu výroby.

- Nestacionární montáže(pohyblivé)

Probíhá současně v několika montážních operacích nebo ve skupinách, které tvoří dělníci. Dále se rozděluje na:

Předmětná montáž

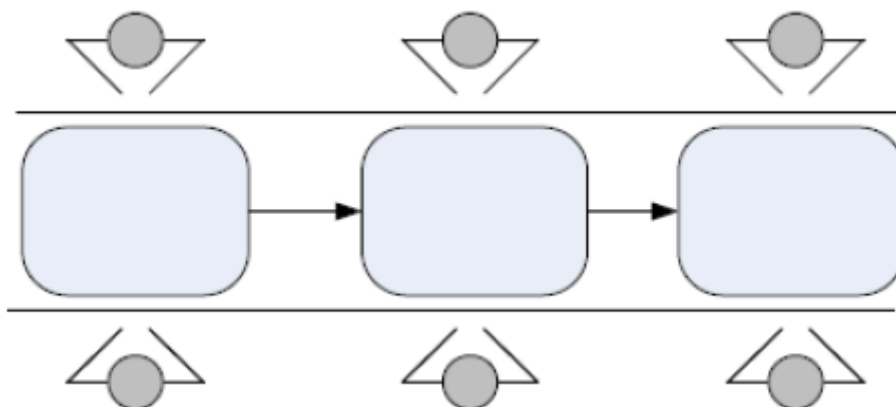
Předmětná montáž se vyznačuje volným pohybem montovaného předmětu, který prochází jednotlivými pracovišti (Obr. 5). Pracovníci vykonávají jen určitou opakující se operaci s volným taktem přesouvání součástí mezi stacionárními pracovišti. Pracoviště montérů jsou pro montáž vždy příslušně vybavena. Předmětná montáž je určena pro malosériovou až velkosériovou výrobu. [4]



Obr. 5 Předmětná montáž [4]

Linková montáž

Linková montáž je charakterizována nuceným pohybem montovaného předmětu, který je dán taktem montážní linky, přičemž je nutno dodržovat sled operací. Někdy je nazývána také jako plynulá montáž a může být synchronizovaná a nesynchronizovaná (Obr. 6). [4]



Obr. 6 Linková montáž [4]

Pohyblivá montáž může být s periodickým taktem s nepřetržitým pohybem. Takt montáže je časový průběh mezi smontováním dvou hotových výrobků. Regulace taktu lze provést změnou rychlosti dopravníku. [4]

Montážní takt T_m v minutách lze vyjádřit: [3]

$$T_m = \frac{60 \cdot F_{SK}}{N} \quad (1)$$

F_{SK}Skutečný hodinový časový fond montáže [h];

NRoční produkce výrobků v kusech [Ks].

2.3.3 Podle kumulace montážních činností

Z hlediska kumulace montážních činností na jednom pracovišti se rozlišuje: [2]

- Fázová montáž - je charakterizována nepravidelností montážního taktu, montáž je kumulována zpravidla do jednoho pracoviště, která je univerzálně vybaveno. Práce probíhají ve fázích, to je např. montáž mechanických součástí, pak montáž hydraulických součástí, montáž elektrických rozvodů a zařízení apod.[2]
- Skupinová montáž – je charakterizována méně univerzálním montážním pracovištěm, provádí se v nich několik montážních činností předmětně zaměřených, které nemusí být přísně synchronizovány (volný takt), celkový čas montáže je delší. Patří sem montáž rozčleněná a montáž předmětná. [2]
- Proudová montáž – je charakterizována montážní linkou specializována na určitý druh výrobků. Montážní činnosti jsou rozděleny podél celé linky do jednotlivých pracovišť. Linka

pracuje buď plynule nebo v pravidelném popř. nepravidelném taktu, ve kterém odchází montáže i hotové výrobky. Čas montáže celého výrobku je poměrně krátký. [2]

2.3.4 Podle stupně mechanizace a automatizace

Stupeň mechanizace a automatizace vyplývá z podílu mechanizovaných nebo automaticky vykonávaných operací v montážním systému. [2]

Podle tohoto se rozeznávají systémy s:

- Ruční montáží
- Poloautomatickou montáží
- Automatickou montáží [2]

2.3.5 Podle pružnosti změny montážního programu

Systém je snadno schopen realizovat změnu montážního programu, hodnotí se pružnost montážního systému. Z tohoto hlediska lze rozlišit dva mezní případy systémů:

- Jednouúčelový (tvrdý) montážní systém
- Pružný (flexibilní) montážní systém [2]

2.4 Metody montáže

Při montáži lze zajistit předepsanou přesnost následujícími druhy.

Řešením rozměrových řetězců se určuje konstrukční provedení součásti a druh výroby.

Způsoby řešení těchto řetězců, které ovlivňují metody montáže, jsou následující:

- úplná vyměnitelnost součástí;
- částečná vyměnitelnost součástí;
- výběr (selekce) součástí;
- kompenzační (pevný člen);
- regulační (pohyblivý člen);
- lícování (úprava). [1]

2.4.1 Metoda úplné vyměnitelnosti součástí

Tato metoda umožňuje montáž všech součástí, které tvoří jednotlivé členy rozměrového řetězce zhotovených v předepsaných rozměrech a tolerancích bez předchozího výběru či přizpůsobení a plně zabezpečuje přesnost uzavíracího členu. [1]

Mezi výhody této metody montáže patří jednoduchá technologická příprava montáže (členění, mechanizování montážních prací, normování práce), jednoduchá a hospodárná montáž (bez výběru a přizpůsobování, nižší kvalifikace pracovní síly, stabilní čas montáže), snadná mechanizace a automatizace montáže, možnost kooperace výroby, jednoduchá údržba a opravy výrobku na základě vyměnitelných náhradních dílů, snadné vybavení náhradními díly. [1]

Nevýhodou metody je naopak zvyšující se nároky na přesnější výrobní metody, přípravky a měřidla, delší výrobní časy. [1]

2.4.2 Metoda částečné vyměnitelnosti součástí

Metoda částečné vyměnitelnosti součástí vychází z úvahy, že skutečné rozměry každého členu rozměrového řetězce (i závěrného) jsou vlivem nahodilých chyb rozložených v celé šíři

tolerančního pole, ale s rozdílnou četností výskytu, tj. krajní hodnoty jsou méně početné než střední. [1]

Výhodou metody částečné vyměnitelnosti je možnost volby větších tolerancí součástí (snižování výrobních nákladů), jednoduchá a hospodárná montáž. Vhodné je vybavit automatické montážní stroje zařízením na měření úchylek a blokovacím zařízením pro vyřazení nevyhovujících součástí. [1]

2.4.3 Metoda výběrová

Tato metoda je užívána tehdy, je-li požadovaná vůle nebo přesah vzhledem k pracovním podmínkám tak malá, že je z technologického hlediska obtížné dodržet tolerance hlavních rozměrů součástí. V tomto případě se součásti zhotovují s většími tolerancemi a předepsané přesnosti celku se dosahuje přesným měřením a příslušnou volbou vnějších a vnitřních součástí. [1]

2.4.4 Metoda lícování

Tato metoda se používá v případech, kdy funkční požadavky na mechanismus zaručí pouze taková přesnost, kterou není možné ekonomicky dosáhnout při dané úrovni výroby. Při lícování se provádí pilováním, smirkováním, zaškrabáváním, broušením nebo leštěním. [1]

Výhoda metody spočívá v dosažení předepsané přesnosti montáže při poměrně širokých tolerancích všech členů spojení a oproti jiným metodám nižších nákladech na strojní vybavení. Nevýhodou metody jsou dodatečné přizpůsobovací práce na montáži a potřeba vyšší kvalifikace dělníků, kteří tyto práce provádějí. Metoda lícování je používána v kusové a malosériové výrobě a při opravách strojů. [1]

2.4.5 Metoda kompenzační

Metoda kompenzační využívá možnosti dosažení tolerance závěrného členu, a to vložením určitého počtu kompenzačních prvků do rozměrového řetězce. Vůle se vymezí vložením pevného kompenzátoru potřebných rozměrů. [1]

Výhoda metody je především v odstranění dodatečného přizpůsobování závěrných členů rozměrového řetězce. Nevýhodou je zvýšení počtu členů řetězce. Metoda se využívá zejména v kusové a malosériové výrobě. [1]

2.4.6 Metoda regulační

Metoda využívá možnosti dosažení tolerance závěrného členu, a to změnou polohy určeného členu rozměrového řetězce. Tato metoda se používá v kusové a malosériové výrobě. [1]

2.5 Činitele ovlivňující montáž

K navržení správného montážního systému je nutné určit upřesnit následující ovlivňující činitele:

Činitele z oblasti konstrukčního řešení montovaného výrobku:

- funkce, účel a požadovaná spolehlivost
- složitost (počet dílů, členění)
- velikost, tvar, rozložení hmoty
- stupeň přesnosti, včetně rozměrových a tolerančních řetězců
- způsoby spojování součástí [2]

Činitele z oblasti pracovní síly:

- počet
- kvalifikace
- pracovní morálka a výkonnost
- motivace
- pracovní podmínky [2]

Činitele z oblasti montážní techniky:

- druh, počet a vhodnost montážních nástrojů a techniky
- spolehlivost
- stupeň automatizace [2]

Činitele z oblasti organizace montáže:

- koordinace výroby součástí a montáže
- velikost výrobní dávky
- dělba práce, kooperace
- vytížení pracovišť
- úroveň technické přípravy výroby [2]

Činitele z oblasti podmínek zakázky:

- průběžná doby výroby zakázky
- objem zakázky
- připravenost výroby
- výrobní kapacita [2]

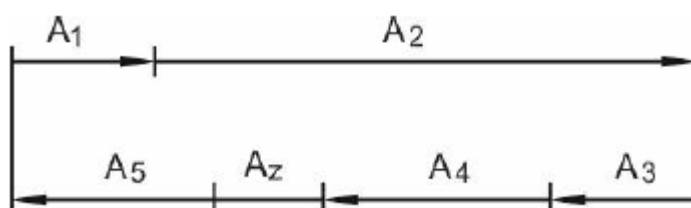
Zmínění činitelé nepůsobí odděleně, ale ve vzájemně se propojují, podmiňují nebo kompenzují.

2.6 Rozměrové řetězce

Součásti vstupující do procesu montáže jsou vyrobeny s různou přesností a tolerancí. Při montáži součástí je nutno zajistit jejich vzájemné uspořádání v mezích předepsané přesnosti. Spojení určitých ploch musí zajistit předepsanou vůli, spojení jiných naopak potřebný přesah. Správnou velikost úchylek rozměrů součástí v závislosti na požadované přesnosti spojení či mechanismu lze určit podle teorie řešení rozměrových obvodů. [4]

Lineární řetězec

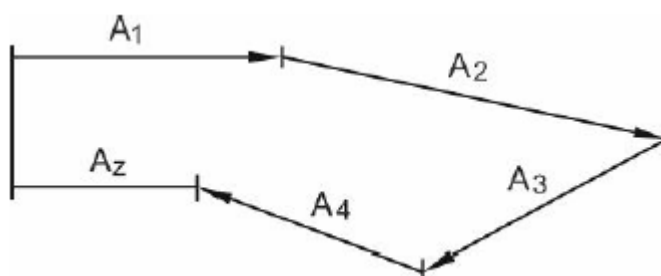
Všechny členy řetězce jsou rovnoběžné (Obr.7).



Obr. 7 Lineární řetězec [3]

Rovinný řetězec

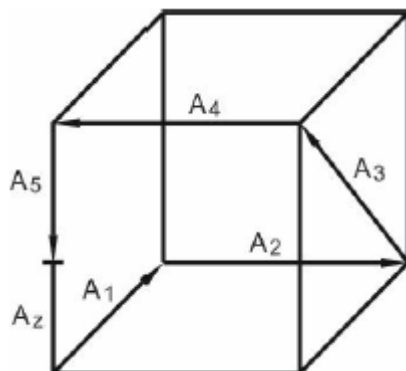
Všechny členy řetězce jsou v jedné nebo více rovnoběžných rovinách (Obr. 8).



Obr. 8 Rovinný řetězec [3]

Prostorový řetězec

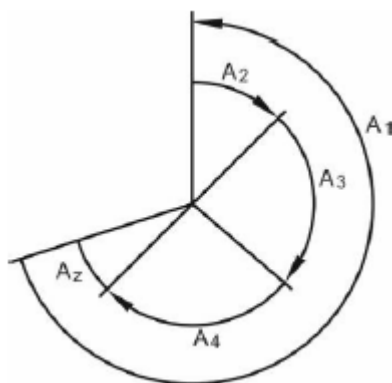
Všechny členy řetězce jsou obsaženy v různoběžných směrech (Obr. 9). [3]



Obr. 9 Prostorový řetězec [3]

Úhlový řetězec

Všechny členy řetězce jsou v úhlové míře a se společným vrcholem. (Obr. 10) rozdělené na rovinný nebo prostorový typ. [3]



Obr. 10 Úhlový řetězec [3]

Členy rozměrového řetězce můžeme rozdělit na výchozí, uzavírací a spojovací. V případě výchozích a uzavíracích členů je přesnost rozměrů určena úchytkami od přesnosti všech ostatních členů rozměrového řetězce. Jestliže tímto členem řetězec začíná, nazývá se výchozí, jestliže jím končí, pak je to člen uzavírací. Spojovací členy jsou všechny ostatní členy řetězce kromě členu výchozího nebo uzavíracího. [3]

Cílem řešení rozměrového řetězce je stanovit mezní rozměry nebo mezní úchytky od jmenovitých hodnot dílčích rozměrů podle výrobních nebo konstrukčních požadavků, případně změnit tolerance tak, aby bylo vyhověno požadavkům technické a montážní dokumentace. [3]

2.7 Technologičnost konstrukce z hlediska montáže

Konstrukční řešení výrobku je jedním z rozhodujících činitelů ovlivňujících proces montáže. Na druhé straně však druh a možnosti montáže zpětně ovlivňují konstrukční provedení výrobku. Vhodnou konstrukcí se proto vytváří základní předpoklady pro kvalitní a hospodárnou montáž. [2]

Základní zásady pro navrhování konstrukcí z hlediska montáže:

- Účelně zvolit rozčlenění na samostatné smontovatelné jednotky s jednoduchým způsobem spojení do celku.
- Počet montážních směrů minimalizovat a použít pokud možno lineární a vertikální pohyby.
- Vyvážit velikost a hmotnost části výrobků s ohledem na montážní techniku.
- Zajistit dobrý přístup k montážnímu místu.
- Volit optimální způsob spojování jak z hlediska funkce, tak i snadnosti a hospodárnosti montáže.
- Volit optimální rozměrovou a tvarovou přesnost a drsnost ploch a minimální rozměrové řetězce výrobku.
- Zajistit stabilitu a rozlišitelnost polohy montovaných částí výrobku.
- Využít metody standardizace. [2]

Montážní dokumentace

K montáži ocelové konstrukce (OK) předkládá dodavatel objednateli montážní dokumentaci, která obsahuje tyto části:

- Návrh montáže

V návrhu montáže musí být obsaženo:

- návrh jednotlivých montážních operací,
- návrh montážních mechanismů,
- návrh montážních podpěr, včetně posouzení konstrukce a jejího uložení,
- požadavky pro provádění protikoroze ochrany na montáži, pokud není zpracován samostatný technologický postup,
- údaje o schválení dokumentace zhotovitelem.

- Technologickou dokumentaci

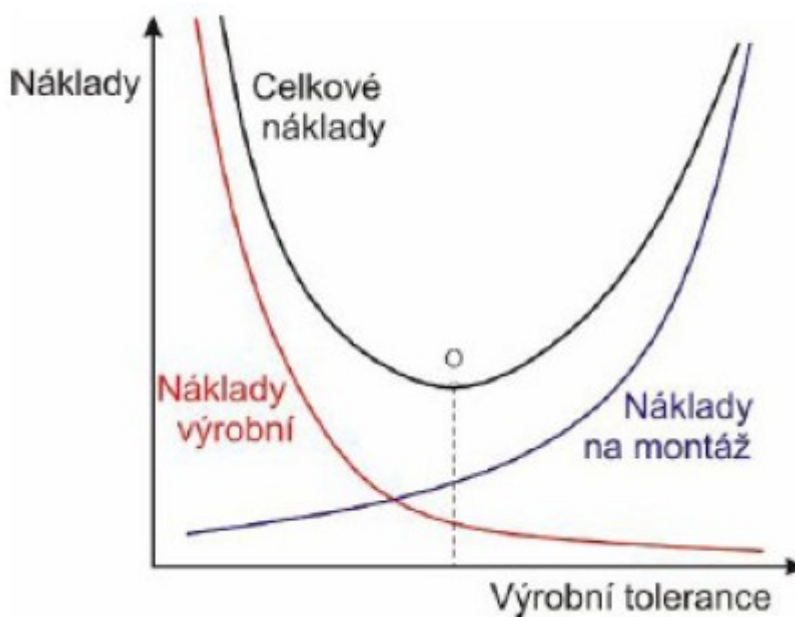
Technologická dokumentace montáže OK obsahuje tyto části:

- identifikační údaje (název stavby, objektu, popis konstrukce, údaje o základním a přídavném materiálu, údaje o spojovacím materiálu),
- způsob uložení dílců,
- postup sestavení dílců včetně jejich spojování (svařování, šroubování, nýtování, třecí spoje),
- technologický postup stykování hlavních nosných částí;
- sled mezioperačních kontrol,
- technologický postup svařování,
- podmínky pro montážní prohlídku,
- pokyny pro zaměření dílců a celé konstrukce,
- použití pomůcek, přípravků, strojů a zařízení,

- pokyny pro manipulaci s dílci,
- technické obsazení odbornými pracovníky,
- kontrolní a zkušební plán montážní organizace,
- datum a jméno zpracovatele,
- údaje o schválení dokumentu zhotovitelem montáže.

2.8 Přesnost výroby a její vliv na náklady montáže

Značný podíl pracnosti při montáži připadá na přizpůsobovací práce. Jejich omezení, nebo v ideálním případě úplné vyloučení, závisí na kvalitě výroby spojovaných součástí a jejich přesnosti. Pod pojmem přesnost je nutno komplexně vnímat velikost tolerancí úchylek rozměrů, tvarů a polohy ploch. Právě volba přesnosti je závažným problémem pro každého konstruktéra. [3]



Obr. 11 Závislost nákladů na výrobní toleranci součástí [3]

Na Obr. 11 je zřejmý hyperbolický nárůst nákladů na výrobu součástí při zmenšování jejich rozměrových tolerancí a progresivní růst nákladů na jejich montáž při zvětšování rozměrových tolerancí. [3]

2.9 Třídění spotřeby času

Veškeré činnosti i nečinnosti ve výrobním a organizačním procesu jsou spojeny se spotřebou času. Podle obsahu dějů a činností se rozlišují rozdílné druhy spotřeby času, které se třídí do skupin – kategorií. Třídění spotřeby času a označování symboly zjednodušuje zpracování časových hodnot a využívá se při jejich porovnání, analyzování a uspořádání. Zjednodušuje a zrychluje stanovení časových standardů a norem a kontrolu dosahovaných výsledků. [7]

Při členění spotřebovaného času se rozlišují podle zaměření na pracovníka, zařízení nebo produkt tři základní soustavy třídění spotřeby času: [7]

Nutný (normovatelný) čas:

Je dán spotřebou času nezbytně nutnou pro účelný, účinný a hospodárný průběh technologických a pracovních procesů a činností nezbytných k plnění pracovních účelů. Je základem pro stanovení norem spotřeby času a skládá se z času nutné práce, nutných přestávek pracovníku, nutných činností i nezbytných nečinností zařízení. [7]

Zbytečný (nenormovatelný) čas:

Jsou to časy zjištěné v průběhu produkčního procesu, které jsou nepotřebné, zbytečné pro účelný průběh technologických a pracovních procesů a činností při plnění pracovního úkolu. Proto se s nimi nemá počítat při operativním plánování a stanovení norem spotřeby práce. Odstraňování zbytečných časů vede ke zdokonalování organizace práce a zvýšení produktivity práce. [7]

Skutečný čas:

Je to pozorováním a měřením zjištěný skutečný čas trvání určité činnosti nebo přestávky pracovníka, zařízení, pohybu předmětu práce. [5]

Metody měření spotřeby času:

- Snímek pracovního dne,
- Snímek pracovní operace,
- Momentové pozorování.

Hodnověrnost měření spotřeby času

Čas spotřebovaný v jednotlivých případech při vykonávání určité činnosti stejným pracovníkem nebo různými pracovníky není stále stejně velký. Jeho velikost kolísá kolem určité střední hodnoty. Ke stanovení úplně přesné střední hodnoty by bylo nutné změřit všechny časy, které spotřeboval stejný pracovník nebo pracovníci při opakovaném vykonávání měřené činnosti. To není z praktického důvodu možné a účelné. Při zjišťování údajů pro potřeby výrobní praxe se vychází z počtu pravděpodobnosti a pravděpodobný čas se zjišťuje pouze z výběrového souboru časů a počítá se s přijatelnou výběrovou chybou průměru. [7]

Součástí těchto nástrojů jsou techniky zjišťování spotřeby času, které patří do oblasti nazývané normování práce, i když jejich konečným cílem není jen norma spotřeby času, ale celkové účelné hospodaření s časem. [8]

3. NÁVRH POSTUPU MONTÁŽE VYBRANÉ KONSTRUKCE

3.1 Představení společnosti DOMIST, spol. s.r.o.

Společnost DOMIST, spol. s.r.o. je českým dodavatelem průmyslových objektů s desetiletou tradicí. Majoritně se zaměřuje na dodávky a inženýring staveb na bázi ocelových konstrukcí (výrobní a skladové haly, administrativní budovy, technologické konstrukce). Prioritou však zůstává realizace komplexních zakázek „na klíč“ – mezi portfolio všech činností tedy patří i provádění spodních staveb, komunikací, terénních úprav apod. Samozřejmostí je zajišťování všech činností v průběhu výstavby: projektování, výroba a montáž konstrukcí, veškeré stavebně-technické práce.

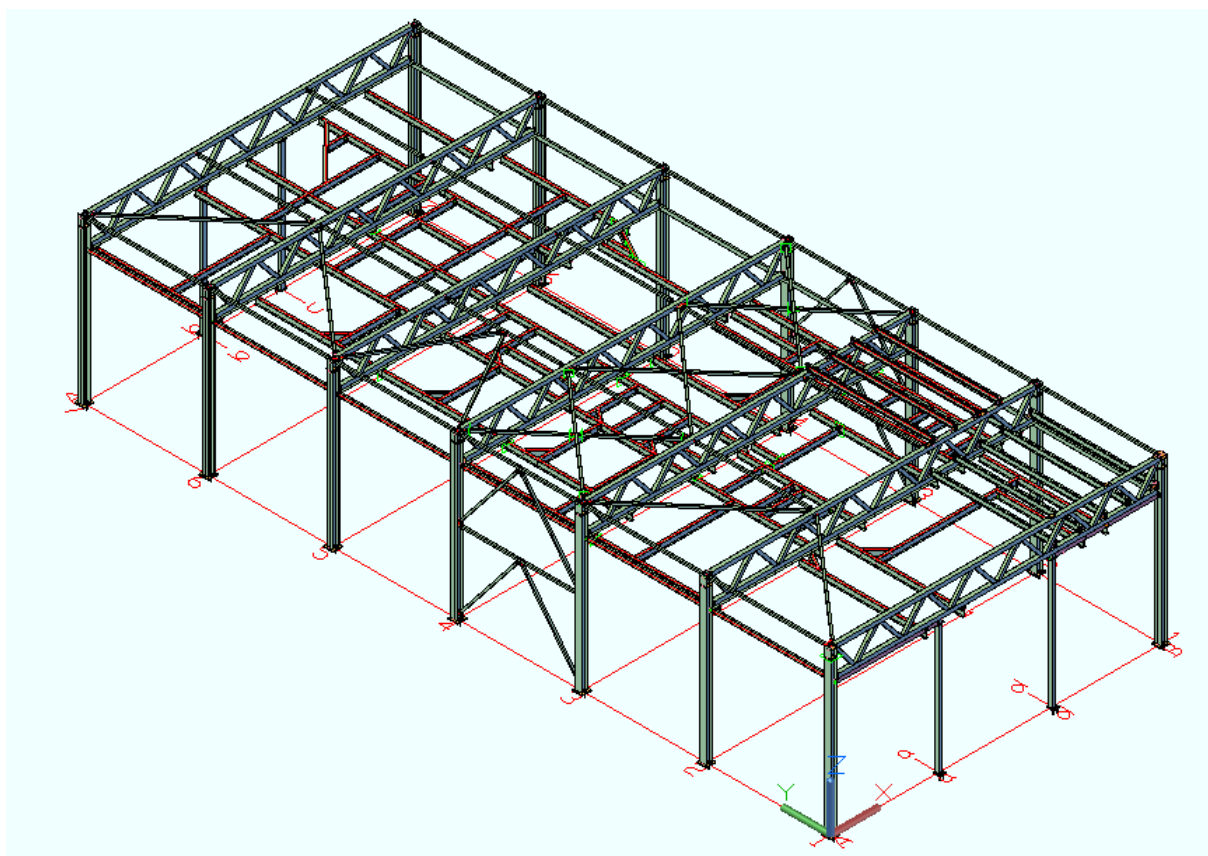
Společnost byla založena v roce 2002, od počátku spolupracuje s velkými českými i zahraničními průmyslovými firmami. V současné době disponujeme vlastní výrobní kapacitou ocelových konstrukcí. Za dobu svého působení realizovala velké množství standardních i specifických projektů. Kvalita prováděných prací je certifikována dle ISO 9001:2015, své stavby jsou projektovány dle nejnovějších evropských norem EC EN.

Společnost Domist, spol. s.r.o. je vybavena moderním technickým a technologickým vybavením, jak v oblasti konstrukce, tak samotné výroby. Konstrukční dokumentace je zpracována pomocí 3D softwaru Autodesk Advance steel 2018. Výroba je realizována pomocí CNC stroje pro řezání plamenem, vyvrtávacího centra, ohýbacího stroje, pásové pily, svařovacích agregátů a odpovídajícím strojním zařízením. Při povrchových úpravách je používána předúprava povrchu s následnou aplikací nátěrových hmot.

Tým firmy je tvořen zkušenými a kvalifikovanými pracovníky s dlouholetou praxí v oboru, přidanou hodnotou je flexibilní a konkrétní přístup ke všem obchodním případům.

3.2 Popis ocelové konstrukce

Ocelová konstrukce pro linku inspekčního fluorescenčního penetrantu (XEOS FPI) bude umístěna uvnitř průmyslové haly (hlavní budova), která je nezávislá na hlavní budově. Tato ocelová konstrukce bude použita jako podpěra pro montáž jeřábové dráhy pro systém jeřábových kladkostrojů, které budou ručně ovládané.



Obr. 12 3D model ocelové konstrukce

Hlavní rozměry ocelových konstrukcí:

Hodnota	Kóty
Modulární délka	6 x 5012 = 30 072 mm
Modulární šířka	13 300 mm
Podlahová hladina	± 0,000 mm
Horizontální nosníky pro montáž úrovně jeřábové dráhy (dolní okraj ocelového profilu)	+4.968 mm
Nejvyšší úroveň ocelových konstrukcí (nejvyšší hrana ocelových profilů)	+6.618 mm
Konstrukční ocel	S 235

Tab. 1 Hlavní rozměry ocelové konstrukce

Průřezy hlavních konstrukčních prvků:

Hlavní rámy v osách 1-7:

- Sloupy: HEA 260 (S 235)
- Nosník - vodorovné profily: SHS 160/5 C (S 235)
- Nosníky - diagonální profily: SHS 120/4 C (S 235)
- Sekundární sloupy (osa 1,7): SHS 150 / 6,3 C (S 235)

Opěrné prvky:

- Horizontální výztuha: CHS 88,9x4 C (S 235)
- Vertikální výztuha: CHS 88,9x4 C (S 235)

Nosné profily pro ventilační kabinu a karbonový filtr:

- Vodorovné nosníky: IPE 220 (S 235)

Nosné profily pro montáž jeřábové dráhy:

- Vodorovné nosníky: IPE 240 (S 235)

Boční stabilita ocelové konstrukce je zajištěna pevností hlavních ráků. Stabilita v podélném směru zajišťuje systém ztužení.

Pro montážní spoje všech konstrukčních prvků jsou šroubované spoje, budou použity šrouby třídy 8.8. Všechny šrouby, matice a podložky budou pozinkovány. Svařované spoje se provádějí metodou obloukového svařování v dílně dodavatele. Pevnost svarů bude vhodná pro použitou konstrukční ocel S 235.

Ukotvení hlavních sloupů je navrženo kloubově na chemické kotvy 2 x M24x260 8.8, kotvení sekundárních sloupů je navrženo na chemické kotvy 2 x M20x250 8.8. Délka kotvení je pro všechny sloupy 180 mm.

Směrové tolerance pro chemické kotvení je ± 5 mm (horizontální), + 5 / -15 mm (vertikální). Výpočet kotvení byl považován na beton třídy C20 / 25.

Objekt je klasifikován jako konstrukční ocelová konstrukce. Povrchová úprava ocelové konstrukce je tloušťka 180 μm , barva RAL 7035.

3.3 Kvalitativní požadavky smontované konstrukce

Kvalita montované konstrukce je závislá na celé řadě faktorů, počínaje od kvality dokumentace, přes kvalitu výroby oceli, přesnost výroby na dílně až po správnou a pečlivou montáž na staveništi.

Povinností investora je sledovat a kontrolovat jakost a montáž k zajištění kvalitního a hospodárného provedení stavby a jeho včasného uvedení do provozu.

Po kontrole hotových dílů ve výrobě jsou dílce viditelně označeny štítkem a odeslány na místo montáže nákladním autem s odpovídající nosností. Konstrukce a její součásti musí být pevně upevněny

na přepravovaném nákladním vozidle podepřeným dřevěnými nosníky, aby se zabránilo přímému kontaktu mezi dílci. Pro vykládku dílců použije dodavatel vhodnou mechanizaci s důrazem na povrchovou úpravu.



Obr. 13 Označené dílce nachystané k expedici

Montáž na staveništi musí probíhat podle podrobně vypracovaného technologického postupu montáže. Montované části musí být při montáži zabezpečovány ztužidly. Odchyly od správné polohy musí být vyrovnány do definitivního provedení spoje. Šrouby a matice nesmí mít poškozené závit, musí mít plný profil bez otřepů.[6]

Norma	EN-ISO 14122-1	Bezpečnost strojních zařízení. Trvalé prostředky přístupu k strojním zařízením -Část 1: Výběr pevných přístupových prostředků mezi dvěma úrovněmi
Norma	EN-ISO 14122-2	Bezpečnost strojních zařízení. Trvalé prostředky přístupu k strojním zařízením -Část 2: Pracovní plošiny a chodníky
Norma	EN-ISO 14122-3	Bezpečnost strojních zařízení. Trvalé prostředky přístupu k strojním zařízením -Část 3: Schody, schody a ochranné lišty.
Norma	EN-ISO 14122-4	Bezpečnost strojních zařízení. Trvalé prostředky přístupu k strojním zařízením -Část 4: Pevné žebříky
Norma	EN 1090-1	Provedení ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 1: Požadavky na posuzování shody konstrukčních prvků
Norma	EN 1090-2	Provedení ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí- Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
Zákon	262/2006 Sb.	Zákoník práce České republiky
Nařízení vlády	591/2006 Sb.	Nařízení vlády České republiky o minimální bezpečnostní minimální a zdravotní požadavky na místě
Norma	EN ISO 13920:1996	Svařování - Obecné tolerance pro svařované konstrukce - Rozměry pro délky a úhly - Tvar a poloha
Norma	EN ISO 8501	Příprava ocelových povrchů přednanesením nátěrových hmot výrobků
Norma	EN ISO 12944	Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi.

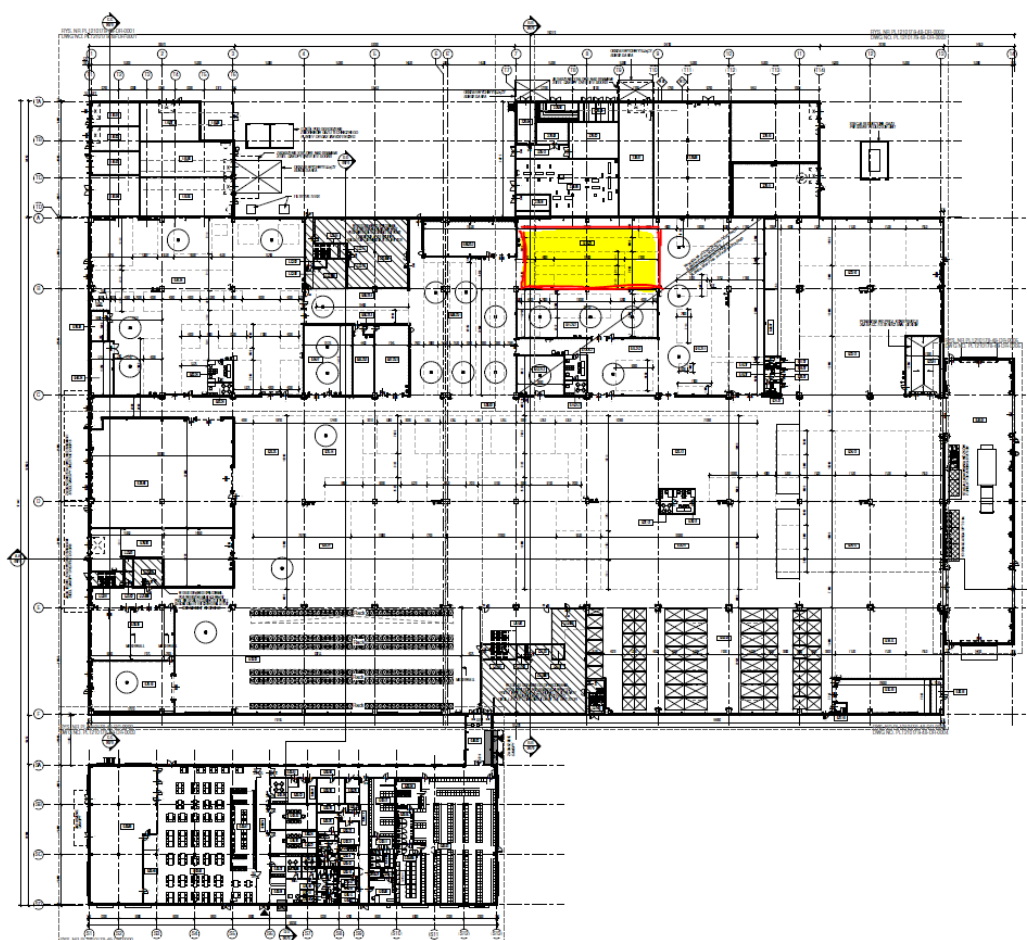
Tab. 2 Požadavky na provedení díla

3.4 Přejímka staveniště

Před zahájením montáže odpovědná osoba na straně dodavatele převezme místo montáže ocelové konstrukce a zaznamená do protokolu o převzetí místa montáže a připravenosti staveniště. Pokud podmínky výstavby neumožňují zahájení montáže, na místě bude dohodnut náhradní datum, který bude zahrnut do této zprávy. V tomto zápisu musí správce budovy upřesnit podmínky montáže, pokud nejsou obvyklé pro dohodnutý druh činnosti. Patří mezi ně podmínky specifické pro danou lokalitu, umístění mechanismů a lešení, upozornění na související stavební konstrukce a jejich části, konkrétní časový harmonogram montáže, dopravní cesty, dopravní, statická a vlastnická omezení.

V rámci převzetí místa zákazník poskytne zhotoviteli geodetickou orientaci pro zahájení prací a současně určí jedinečné výškové body a referenční body, které dodavatel použije pro trvání kotvení ocelové konstrukce.

Zákazník určí a odevzdá dodavateli vyhrazené místo pro zařízení na staveništi, kancelář na místě, přesné zdrojové body pro elektřinu a jiná média dohodnutá ve smlouvě.



Obr. 14 Přesné místo montáže

3.1 Technologický montážní postup

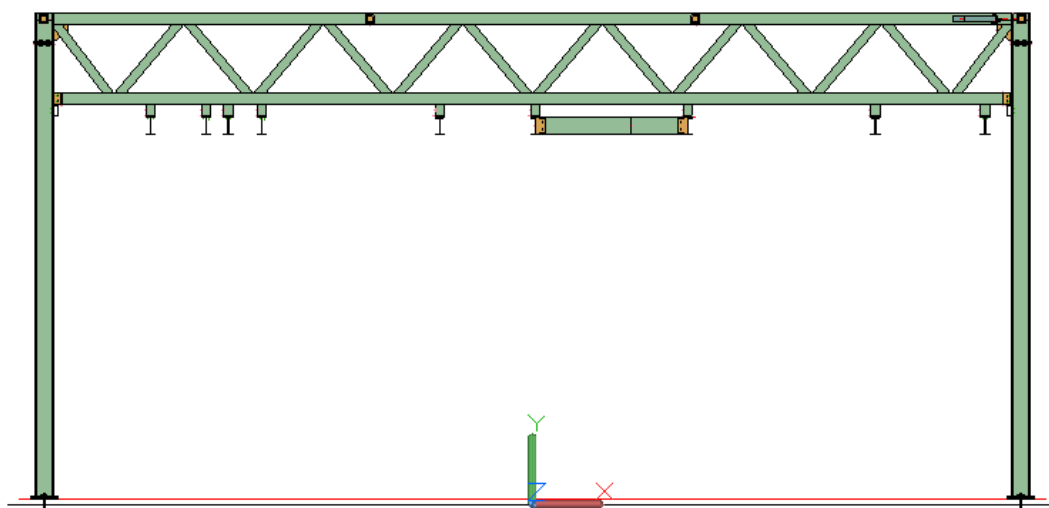
Při navrhování montážního postupu se harmonizují činitelé, kteří ovlivňují výslednou montáž. Podrobnost návrhu montáže je dána hlavně typem ocelové konstrukce, která při sestavování nesmí vyvodit

žádná nežádoucí napětí v konstrukci s nímž nebylo počítáno ve statickém výpočtu.

Během celé montáže je dodavatel povinen vést stavební deník ve kterém se zaznamenávají všechny okolnosti provádějící montáž. Všechny změny během montáže musí být předloženy písemně.

3.1.1 Návrh montáže ocelové konstrukce

1. Podle výkresu „ Groundplan of anchoring “ v.č. MD002 a jeho detailů pro kotvení sloupů K 1 vyvrtat otvory pro lepené kotvy – závitová tyč M24 x 260, K 2 a K 3 vyvrtat otvory pro lepené kotvy – závitová tyč M20 x 250. Otvory po vyvrtání vyfoukáme, vyčistíme a následně provedeme jejich osazení pomocí tmele MULTICOMPOUNDsystem od firmy Berner. Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese v.č. MD002.
2. Dle zaměřovacího (nivelačního) náčrtku a výkresu „ Groundplan of anchoring “ v.č. MD002 a jeho detailů rozložit pro jednotlivé sloupy haly montážní podložky na potřebné výšky vypodložení. Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese Groundplan of anchoring “ v.č. MD002.
3. Dle výkresu „ 3D view “ v.č. MD001 provést pomocí autojeřábu AD 080 předmontáž jednotlivých rámců ocelové konstrukce haly v modulech A1 – B1, A2 – B2, A3 – B3, A4 – B4 , A5 – B5, A6 – B6 a A7 – B7. Potřebné detaily na výkresech „View on axis “ v.č. MD003
4. Tím je ukončena předmontáž a přistoupíme k vlastní montáži ocelové konstrukce haly.



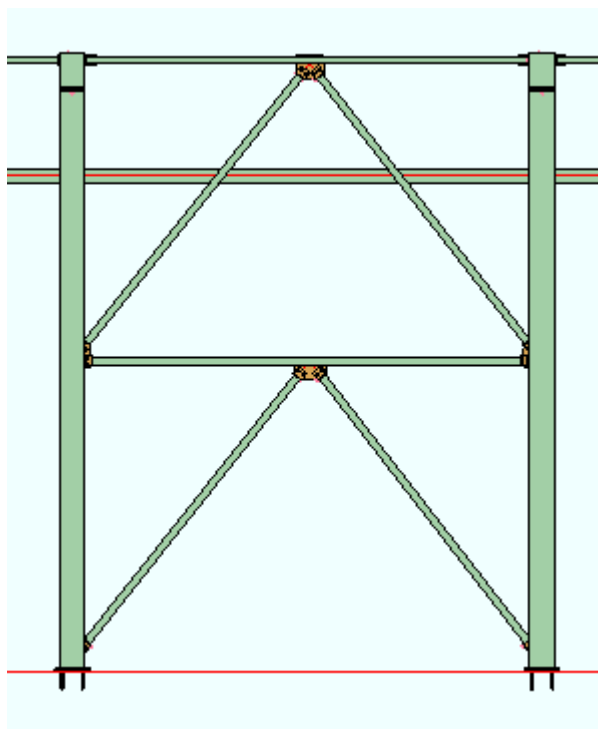
Obr. 15 Příčný řez modelem v ose 2

5. Dle výkresu „ View on axis “ v.č. MD003 a jeho detailů provést pomocí autojeřábu AD 080 montáž předmontovaného štítového rámu ocelové konstrukce haly v modulech A1 – B1. Patky štítových sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 24 přes podložku dle detailů kotvení. Patky bočních sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 20 přes podložku dle detailů kotvení. Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese „ Groundplan of anchoring “v.č. MD002.
6. Dle výkresu „ View on axis “ v.č. MD003 a jeho detailů provést pomocí autojeřábu AD 080 montáž druhého předmontovaného rámu v modulu A 2 – B 2, patky jednotlivých sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 24 přes podložku dle detailů kotvení. Takto ukotvený rám upevníme k štítovému rámu pomocí zavětrování. Montážní spojení předmontovaných trámů provedeme z montážní plošiny. Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese „ Groundplan of anchoring “ v.č. MD002 a na výkrese „ View on axis “ v.č. MD003
7. Dle výkresu „ View on axis“ v.č. MD003 a jeho detailů provést pomocí autojeřábu AD 080 montáž třetího předmontovaného rámu

v modulu A 3 – B 3, patky jednotlivých sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 24 přes podložku dle detailů kotvení. Takto ukotvený rám upevníme k druhému rámu pomocí zavětrování. Montážní spojení předmontovaných trámů provedeme z montážní plošiny. Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese „Groundplan of anchoring“ v.č. MD002, na výkrese „View on axis“ v.č. MD003 a na výkrese „Ground plan of the roof“ v.č. MD004

8. Dle výkresu „View on axis“ v.č. MD003 a jeho detailů provést pomocí autojeřábu AD 080 montáž čtvrtého předmontovaného rámu v modulu A 4 – B 4, patky jednotlivých sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 24 přes podložku dle detailů kotvení. Takto ukotvený rám upevníme k třetímu rámu pomocí zavětrování. Montážní spojení předmontovaných trámů provedeme z montážní plošiny. Potřebné detaily na výše uvedeném výkres „Groundplan of anchoring“ v.č. MD002, na výkrese „View on axis“ v.č. MD003 a na výkrese „Ground plan of the roof“ v.č. MD004

9. Dle výkresu „View on axis“ v.č. MD003 a jeho detailů provést montáž zavětrování sloupů stěn a příhradového rámu v modulech A 4 – A 3 a B 3 – B 4. Šroubové spojení prutů zavětrování a sloupů provedeme z montážní plošiny. Potřebné detaily na výkresech „View on axis“ v.č. MD003 a na výkrese „Ground plan of the roof“ v.č. MD004

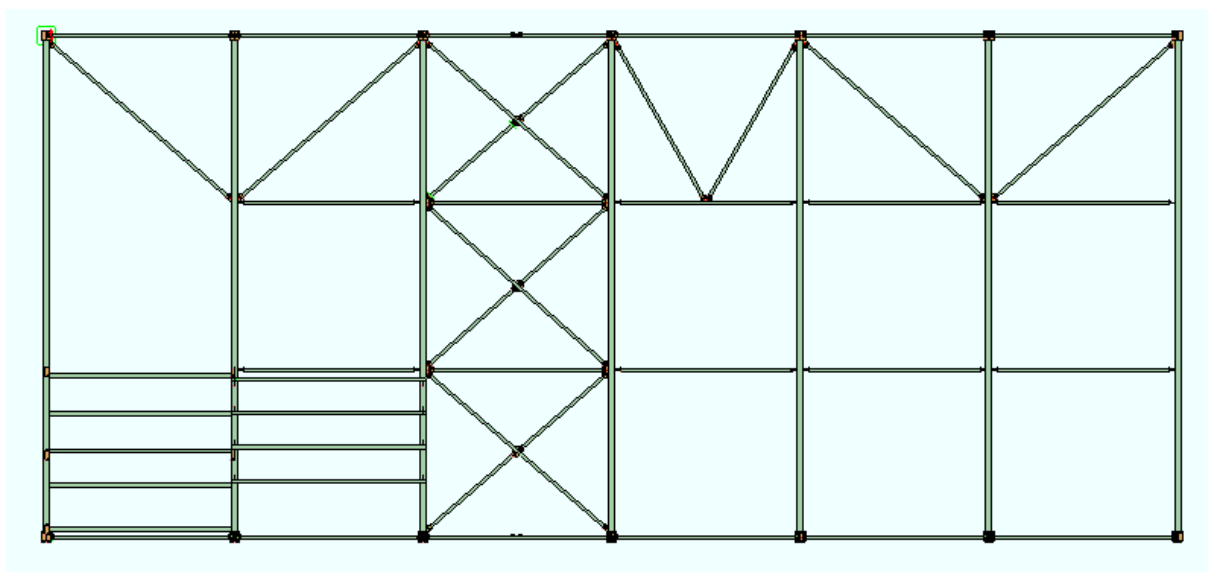


Obr. 15 Zavětrování sloupů v module A4-A3

10. Dle výkresu „ View on axis“ v.č. MD003 a jeho detailů provést pomocí autojeřábu AD 080 montáž pátého předmontovaného rámu v modulu A 5 – B 5, patky jednotlivých sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 24 přes podložku dle detailů kotvení. Takto ukotvený rám upevníme k čtvrtému rámu pomocí zavětrování. Montážní spojení předmontovaných trámů provedeme z montážní plošiny. Potřebné detaily na výše uvedeném výkresu „ Groundplan of anchoring “ v.č. MD002, na výkresu „ View on axis “ v.č. MD003 a na výkresu „ Ground plan of the roof “ v.č. MD004
11. Dle výkresu „ View on axis“ v.č. MD003 a jeho detailů provést pomocí autojeřábu AD 080 montáž šestého předmontovaného rámu v modulu A 6 – B 6, patky jednotlivých sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 24 přes podložku dle detailů kotvení. Takto ukotvený rám upevníme k pátému rámu pomocí zavětrování. Montážní spojení předmontovaných trámů provedeme z montážní plošiny. Potřebné detaily na výše uvedeném výkresu „ Groundplan of anchoring “ v.č. MD002, na výkresu „ View

on axis “ v.č. MD003 a na výkrese „ Ground plan of the roof “ v.č. MD004

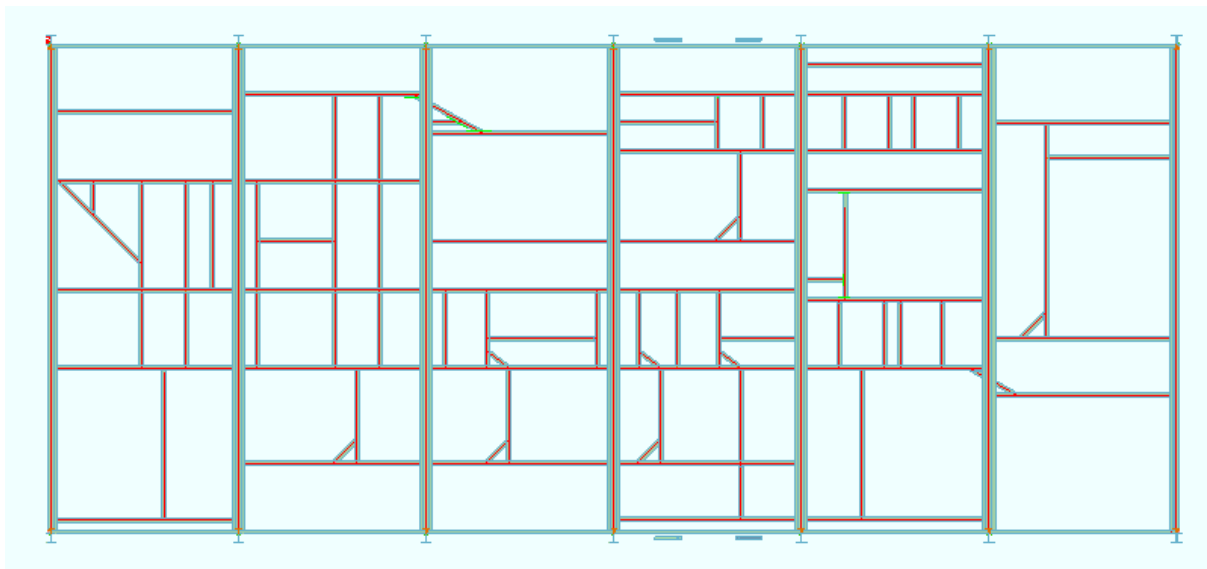
12. Dle výkresu „ View on axis“ v.č. MD003 a jeho detailů provést pomocí autojeřábu AD 080 montáž druhého předmontovaného štítového rámu v modulu A 7 – B 7, patky jednotlivých sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 24 přes podložku dle detailů kotvení. Patky bočních sloupů uložíme na montážní podložky a kotevní šrouby zajistíme maticemi M 20 přes podložku dle detailů kotvení. Takto ukotvený rám upevníme k šestému rámu pomocí zavětrování. Montážní spojení předmontovaných trámů provedeme z montážní plošiny. Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese „ Groundplan of anchoring “v.č. MD002, na výkrese „ View on axis “ v.č. MD003 a na výkrese „ Ground plan of the roof “ v.č. MD004



Obr. 16 Zavětrování střechy

13. Dle výkresu „ Ground plan of the roof “ v.č. MD004 a jeho detailů provést montáž dílců N4, N5, N13 na příhradovém trámu v modulu A1-B1 a A2-B2 pro montážní lávky. Potřebné detaily na výkrese „Ground plan of the roof “ v.č. MD004.

14. Dle výkresu „ View on axis “ v.č. MD003 a jeho detailů provést dokončení montáže ocelové konstrukce, stěny A 1 – A 7 a B 1 – B 7. Včetně montáže dílců N1, N73 pro uchycení vnitřního opláštění. Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese „ View on axis “ v.č. MD003.
15. Provést kontrolu výškového a směrového usazení konstrukce haly, zkontrolovat rozteče jednotlivých vazeb a modulů, svislosti sloupů a zkontrolovat úhlopříčku. Opravit eventuelních nepřesností. Po srovnání OK na předepsané hodnoty a zkontrolování kompletnosti se provede z montážní plošiny dotažení matic prutů ztužení. Doplnění montážních svárů na kotevních podložkách dle detailů kotvení na výkrese „ Groundplan of anchoring “ v.č. MD002.
16. Dle výkresu „ Ground plan level of +4968 “ v.č. MD005 a jeho detailů provést montáž jeřábové dráhy pro systém jeřábových kladkostrojů .Potřebné detaily na výše uvedeném výkrese „ Ground plan level of +4968“ v.č. MD005.



Obr. 17 Půdorys jeřábových drah

17. Provést kontrolu výškového usazení jeřábové dráhy, zkontrolovat rozteče jednotlivých dílců. Opravit eventuelní nepřesnosti.
18. Dle technologického postupu dodavatele nátěrového systému provést opravné a následně po jejich zaschnutí finální nátěry ocelové konstrukce v odstínu RAL 9002.
19. Závěrečný úklid staveniště a odstranění odpadů je v souladu se zákony o odpadech

3.1.2 Předání stavby

Po dokončení montáže ocelové konstrukce zhotovitelem, se provede předání stavby s účastí odpovědné osoby na straně zákazníka v písemné podobě pomocí předávacího protokolu.

3.1.3 Bezpečnostní opatření práce

Charakter montáže ocelové konstrukce, tj. práce ve výškách, neustálá změna pracoviště, změna pracovních podmínek, vybavenost ručního nářadí, svařování atd., vyžaduje mimořádné dodržování bezpečnostních předpisů, dokonalou přípravu a vybavenost ochrannými pomůckami.

Bezpečnost práce bude podle Českého zákoníku práce 262/2006 Sb. a nařízení vlády č. 591/2006 Sb.

Všechny nářadí mohou být provozovány, pokud má provozovatel platný certifikát pro daný typ stroje. Certifikáty nářadí budou ověřovány správcem montáže.

Všichni montážní pracovníci na staveništi jsou povinni zamezit jakémukoliv nebezpečí při montážních pracích a jsou povinni dodržovat bezpečnostní a hygienická pravidla.

Při práci musí montéři používat osobní ochranné pomůcky:

- ochranná přilba
- ochranný oděv (dle ročního období)
- pracovní obuv (dle ročního období)
- pracovní rukavice
- ochranu zraku
- prostředky osobního jištění (Obr. 18)



Obr. 18 Dvoubodový bezpečnostní postroj

Práci ve výškách, v prostorách nechráněných před povětrnostními vlivy, musí být přerušeny při:

- bouřce, silném dešti nebo sněžení, tvoření námrazy
- větru o rychlosti nad 10,7 m/s
- dohlednost menší než 30 m
- teplotě prostředí nižší než - 10 C°

Každou důležitou událost, která vznikne na stavbě, zapíše šéfmontér do stavebního deníku.

3.1.4 Harmonogram montážních prací

Harmonogram montážních prací obsahuje detailní časový harmonogram realizace stavby, který obsahuje termíny v rámci plnění montáže ocelové konstrukce linky.

- | | |
|---------------------------|-----------|
| • přejímka spodní stavby | 25.6.2018 |
| • termín zahájení montáže | 26.6.2018 |
| • termín ukončení montáže | 27.7.2018 |
| • předání stavby | 31.7.2018 |

3.1.5 Mechanismy pro montážní práce

Přesný typy mechanismů budou vyjasněny 14 dní před zahájením montáže.

Plánované mechanismy:

Počet	Popis	Zvedací kapacita	Výška zdvihu	Typ
1x	mobilní autojeřáb AD080	8 t	12 m	Benzín
1x	elektrický vysokozdvižný vozík	2-3 t	2-3 m	Baterie/Ele.
1x	Elektrická teleskopická pracovní plošina	1-2 pracovníci	12-15 m	Baterie/Ele.
2x	manuální paletový vozík	1,5 t	1,5 m	Manualní
1x	elektrický výtah Alp	300 kg	7,6 m	Elektrický
1x	montážní vrátek ALP-LM	<1364 kg	4-7,5 m	Manualní
1x	mobilní lešení	1-2 pracovníci	4-8 m	Manualní

Tab. 3 Plánované mechanismy

Mobilní autojeřáb AD 080

Mobilový autojeřáb AD 080 je určen k manipulaci s břemeny do hmotnosti 8 t ve vzdálenosti 3 m od osy jeřábu, je vhodný pro stavbu menších hal, manipulaci s břemeny v halách, jeřábnické

práce při opravách a údržbách technologických zařízení a také pro práci v obtížně přístupném terénu.

Montážní vrátek ALP-LM

Montážní vrátek ALM-LM je ideální pro montáž drobných dílců ocelové konstrukce a podhledů.

Elektrická teleskopická pracovní plošina

Nůžková elektrická pracovní plošina je vhodné pro práce na pevných plochách uvnitř objektů. U většiny druhů plošin lze rozšířit pracovní koš o tzv. prodloužení. Takto zvětšené rozměrné koše umožňují provádět práce i většímu počtu pracovníků v daleko větším záběru. Elektrické nůžkové pracovní plošiny jsou nabíjeny vestavěnou nabíječkou. S plošinou lze pracovat 8-10 hod.



Obr. 19 Mobilní autojeřáb AD 080



Obr. 20 Montážní vrátek ALP-LM



Obr. 21 Elektrická nůžková plošina

4. TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Montáž ocelové konstrukce představuje poslední fázi výrobního postupu, zde spojujeme montážní dílce až do konečné montážní sestavy.

Na projektu linky inspekčního fluorescenčního penetrantu se podílí také i projektový inženýři ze zahraničí, kteří projektují výrobní technologii linky. Firma Domist, s.r.o. je jen dodavatelem ocelové konstrukce, který tvoří skelet celé linky. Při navrhování konstrukce proběhlo mnoho jednání k vyjasnění všech připomínek a nejasností ke spokojenosti investora.

Ocelová konstrukce byla navržena nejen, aby byla bezpečná, ale také aby byla vyrobitelná, smontovatelná a ekonomicky výhodná. Nároky na montáž na stavbě jsou minimální, není ovlivněna počasím, ocelový skelet lze smontovat ve velmi krátkém čase.

Montáž šroubových spojů je fyzicky náročná činnost tvořící až 50 % celkového výrobního času. Z toho vyplývá snaha využít automatizaci, která by vedla ke snížení náročnosti, zkrácení taktu a k pokles nákladů [2].

Významnou součástí úsilí o zvyšování výkonnosti a konkurenceschopnosti organizací je zkoumání a zdokonalování organizace práce a zjišťování spotřeby času. Pro tuto specifickou oblast tzv. živé práce byly vyvinuty a stále se rozvíjejí nástroje, kterými jsou metody rozboru účelnosti organizace a postupu pracovních procesů v rámci celého produkčního procesu. [7]

Při zakázce je třeba brát v úvahu i to, že velká část práce se bude vykonávat ve výškách, a proto je třeba dodržovat bezpečnostní předpisy, to znamená používat ochranné pomůcky.

4.1 Ekonomické zhodnocení

Pro výsledný čas montáže je velmi důležité mít kvalitně zpracovaný montážní technologický postup, který ovlivní jak efektivitu práce, celkový pohled investora na firmu tak i firemní zisk.

Pro racionální montáž platí zásady:

- jednoduché sešroubování dílců a tím i rychlé,
- maximální využití jeřábu (počet zdvihů) platí co nejméně montážních styků rozměrově větších dílců.

Výrobní a montážní cena ocelové konstrukce se značně liší podle druhu a složitosti konstrukce.

V hodinové sazbě jsou již započteny veškeré mzdové náklady, tj. včetně pohyblivé složky mzdy (prémie a odměny), odvody na sociální a zdravotní pojištění. Montáž proběhne v zahraničí u investora ve městě Środa Ślaska v Polsku, proto je třeba započítat i diety. Do stanovení ceny za montáž se započítají diety montážníků, které činí 35 euro na den. Aktuální střední cena za 1 euro činí 25,470 Kč.

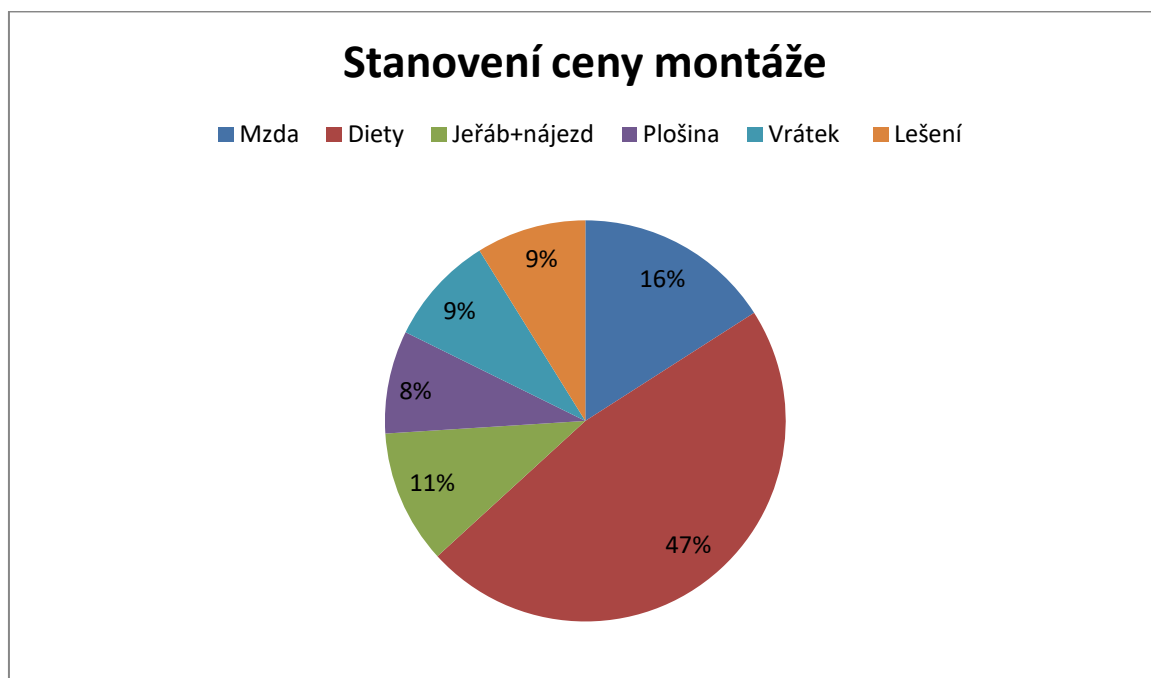
Náklady na stroje jsou propočteny podle normativů strojohodin a oceněny podle sazeb strojohodin pro rok. Část použitých sazeb jsou hodnoty pronájmu při denním osmihodinovém využití stroje.

Dle montážního návrhu byla předběžně stanovena cena za montáž.

Montáž	Lidi,ks	Kč/den(m ²)	Dny	Náklady(Kč)
mzdy	4	3000	24	288000,- Kč
diety	4	890	24	85440,- Kč
jeřáb	1	2500	7	17500,- Kč
nájezd jeřábu		2000		2000,- Kč
plošina	1	1500	10	15000,- Kč
vrátek ALP-LM	1	500	32	16000,- Kč
lešení	1	500	32	16000,- Kč
Celková cena				439940,- Kč

Tab. 4 Stanovení ceny za montáž

Náklady na montáž činí celkem 439940,- Kč



Graf č.1 Procentuální stanovení ceny montáže

Z grafu č.1 je patrné, že z celkových nákladů na montáž činí 63 % jen náklady na montážníky, tj. mzdy a diety.

V naší společnosti máme vytvořený komplexní ceník montážních prací. Zakázka je pro nás atypická tím, že bude probíhat v zahraničí.

Ekonomicky výhodné je na hrubou montáž použít autojeřáb AD 080, se kterým se v krátkém čase provede montáž předmontovaných jednotlivých rámů sestavených na zemi. Jako konstruktér jsem hned na začátku řešil optimalizaci montáže. Konstrukce je navržena jednoduše a tím se značně urychlí výrobní a montážní proces, ušetří se mnoho času a financí.

Montážní dokumentace je jediný dokument a podklad, podle kterého se ocelová konstrukce opravdu staví.

5. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout montážní postup na reálnou ocelovou konstrukci, jejíž montáž proběhne v létě roku 2018.

Podmětem k vytvoření diplomové práce na toto téma byla zajímavá spolupráce na zakázce se zahraničním zákazníkem, který požadoval navrhnout a vyrobit ocelovou konstrukci pro své technologie na linku inspekčního fluorescenčního penetrantu.

V první část práce je věnována problematice montáže, vysvětluje obecné pojmy a prvky pro její lepší pochopení. Kvalitní montáž je také stejně důležitá jako jiné výrobní procesy.

Další část práce se zabývá reálný projektem, na který je vypracován technologický montážní postup, který bude přeložen do anglického jazyka a předán spolu s výrobní a montážní dokumentací zahraničnímu zákazníkovi. Na začátku kapitoly je zde stručně popsána ocelová konstrukce, na kterou je dále vypracovaný podrobný technologický montážní postup, který bude sloužit pro následnou montáž zakázky.

Závěrečná část práce obsahuje technicko-ekonomické zhodnocení montáže. Produktivita montážních prací je ovlivněna jak montážním zařízením, tak i montážní dokumentací. Největší podíl na celkové ceně montáže činí náklady na montážní dělníky.

Diplomová práce je přínos pro naši společnost, zakázka je reálná. Při montáži bude přínosem pro šéfmontéra i pro samotnou montážní skupinu.

6. LITERATURA

- [1] PETRŮ, J.; ČEP, R. *Týmová cvičení z předmětu montážní práce a automatizace montážních prací*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2011. Dostupné z <http://www.346.vsb.cz/Petru, Cep – Týmová cvičení z předmětu montaze.pdf>. 86 s.
- [2] HOFMANN, Petr. *Technologie montáže*. Plzeň: Západočeská univerzita, 1997. ISBN 80-7082-382-8.
- [3] ČEP, R.; BRYCHTA, J.; SADÍLEK, M.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2007, s. 251. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [4] PETRŮ, J.; ČEP, R. *Základy montáže*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2012, s. 123. ISBN 978-80-248-2773-5.
- [5] NOVÁK, J.; ŠLAMPOVÁ, P.; *Racionalizace výroby*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2007 s. 75.
- [6] EICHLER, M. *Montáž ocelové konstrukce*, Vydání druhé přepracované. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1979.s. 207.
- [7] LHOTSKÝ, O. *Organizace a normování práce v podniku*, 1. vyd. Praha 2005 s. 104. ISBN 80-7357-095-5.
- [8] REISNER, Ladislav. *Podpora racionálního využití zdrojů ve výrobě*. MM průmyslové spektrum, 2007, č. 3, s. 38
- [9] Metody předem stanovených časů.[online].[cit.2018-04-18]. Dostupné z :http://www.kvs.tul.cz/download/pi_pvs/8_prednaska.pdf.
- [10] ŘASA, J. *Strojírenská technologie 4: návrhy nástrojů. Přípravků a měřidel, zásady montáže*. Scientia Praha. 2003. ISBN 80-7183-284-7
- [11] HRUBÝ, J. *Technologie obrábění a montáže*. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1988. ISBN 80-6421-356-0.
- [12] TOMEK, G.; VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*, Grada Publishing s.r.o Praha 2007 s. 384. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [13] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie 2 1. Díl*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007,s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [14] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie 2 2. Díl*. Ostrava: Ediční středisko VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.

[15] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelové konstrukce 1*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013dotisk. ISBN 978-80-01-04800-9.

7. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Výkres číslo MD001 - 3D
- Příloha 2: Výkres číslo MD002 - Groundplan of anchoring
- Příloha 3: Výkres číslo MD003 - View on axis
- Příloha 4: Výkres číslo MD004 - Ground plan of the roof
- Příloha 5: Výkres číslo MD005 - Ground plan level of +4968
- Příloha 6: CD medium-diplomová práce v elektronické podobě